

*XVI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», 08-09 грудня 2020 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

**УДК 658.6**

*В.М. Ковеня, студентка гр. ПБ-91 мп, к.т.н., доц. Шевченко В. В.*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПУ**

**Анотація.** Найбільш перспективним напрямком підвищення ефективності обробки деталей приладів на верстатах з числовим програмним управлінням є впровадження систем адаптивного керування. Системи адаптивного керування, оцінюючи знос абразивного інструменту, можуть організовувати оптимальні, з точки зору продуктивності, режими обробки.

**Ключові слова:** адаптивне керування, процес різання, підвищення ефективності та точності.

### **ВСТУП**

Підвищення ефективності та точності на верстатах з ЧПУ являє собою комплексну і найбільш важливу задачу у досягненні якості нової продукції. В умовах автоматизації підвищення ефективності виробництва і забезпечення високої якості обробки деталей приладів займають особливе місце. Динамічні процеси, що відбуваються при обробці на верстатах з ЧПУ, мають вирішальний вплив на точність і стійкість обробки, визначаючи можливість застосування раціональних режимів різання, умови обслуговування верстата [1].

Метою даної роботи є підвищення ефективності процесу обробки деталей приладів на верстатах з ЧПУ шляхом впровадження системи адаптивного керування. При механообробці особливо важкооброблюваних матеріалів інструмент схильний до зношування. Нестабільність властивостей інструментального та оброблюваного матеріалу обумовлюється неможливістю надійно прогнозувати поточний стан інструменту, а, отже, гарантувати надійність здійснення процесу обробки деталей[2].

Контроль працездатності різального інструменту передбачає реєстрацію критичного зношування різального інструменту і його поломку, а також визначення моментів початку і кінця різання. Для чистових операцій основною функцією засобів контролю буде реєстрація критичного зношування різального інструменту.

### **РОЗРОБКА СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТІ З ЧПУ**

Найбільш інформаційними параметрами, на підставі яких можна з упевненістю судити про стан різального інструменту, є акустична емісія.

Тому, система контролю зношування різального інструменту повинна бути заснована на вивченні природи виникнення при різанні, сигналу акустичної емісії [3].

Одним із найважливіших застосувань методу акустичної емісії в діагностиці умов обробки є активний контроль і прогнозування стану різальних кромek інструмента без переривання робочого циклу виготовлення деталей.

Реальний розкид технологічних факторів, які впливають на стійкість інструмента у виробничих умовах, не дозволяє надійно прогнозувати зношування різальних кромek і призводить до необхідності їх активного

контролю. Примусова заміна інструменту на автоматизованому металорізальному обладнанні після обробки заданого числа деталей незалежно від його фактичного зношування економічно недоцільна, а також не дає повної гарантії безаварійної роботи інструменту через сколювання, поломки, викришування.

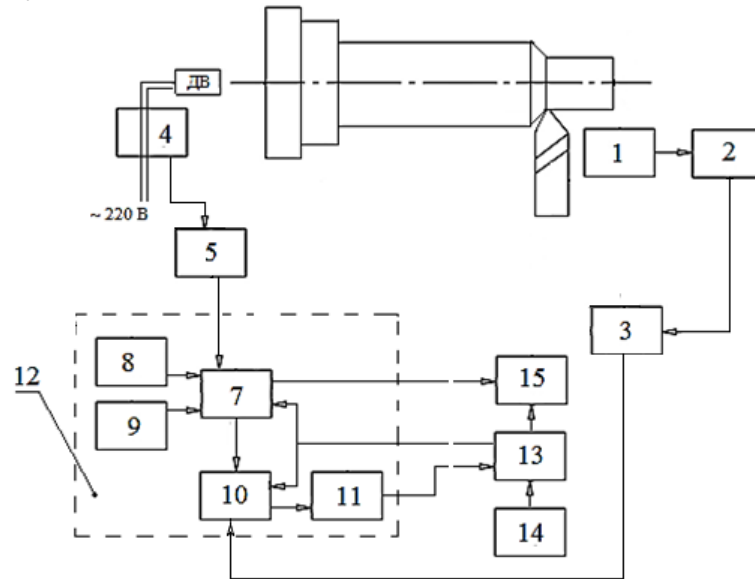
Наявність кореляційного зв'язку між параметрами акустичної емісії і зношуванням оснований на наступному. Сигнал акустичної емісії при різанні складається із постійної і змінної складової. Постійна складова несе інформацію про сукупність процесів руйнування, пластичної деформації і тертя, які супроводжують утворення елемента зрізаємого шару. Змінна складова враховує вплив нестаціонарних ефектів, в першу чергу зношування, тобто збільшення площі контакту поверхонь. Таким чином створюються фізичні посилення для ідентифікації зношування інструменту шляхом виділення з загального рівня сигналу акустичної емісії змінної в часі складової при збереженні всіх інших умов обробки постійними. Крім того, оскільки зношування інструмента є необоротним процесом з термодинамічних позицій, то залежність сигналу акустичної емісії від зношування повинна бути однозначною і монотонно змінюватись [4].

Система контролю зношування різального інструменту, що базується на вимірюванні сигналу акустичної емісії має наступні переваги:

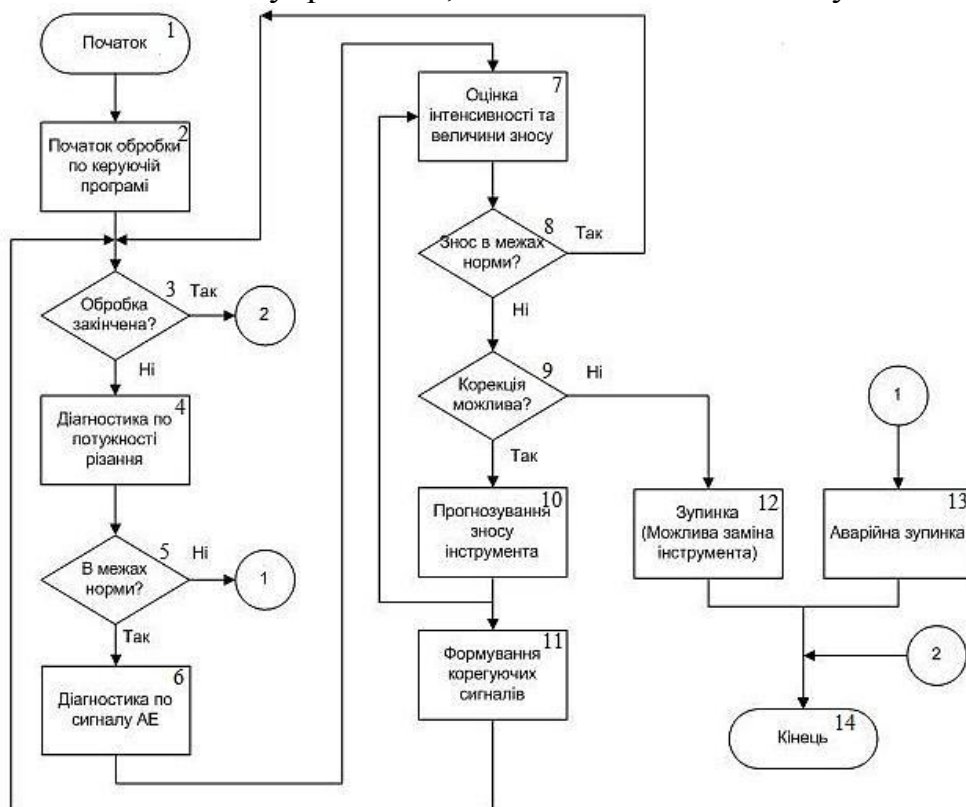
- швидке реагування на аварійну ситуацію;
- можливість обробки всіх видів матеріалів;
- нема потреби вносити зміни в конструкцію верстата;
- система є більш стійкою до збоїв (прийняття правильних рішень);
- висока надійність та низька вартість устаткування.

Система контролю зношування різального інструменту складається з датчика вимірювання сигналу акустичної емісії 1 (рис. 1) сигнал від якого через підсилювач 2 і фільтр низьких частот 3 надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача (АЦП) 10. Інший діагностичний сигнал у вигляді блоку потужності двигуна головного руху 4, передається на підсилювач 5. Модулятор 7 здійснює модуляцію сигналу потужності. Далі сигнал поступає в блок порівняння 8. Цей блок, з урахуванням коригувальний параметрів, передає інформацію про відхиленнях від норми на блок прийняття рішень 9 і, також надходить на вхід АЦП. Подальша обробка та аналіз виміряних параметрів проводиться за допомогою ЕОМ, до складу якої входять: блок оцінки інтенсивності і розміру зношування 11, де на підставі даних про максимальне і мінімальне значення сигналу потужності 12 здійснюється моніторинг аварійного стану, в разі виходу значення сигналу потужності з допустимих меж на виконуючий механізм 19 (блок керування двигунами, блок управління приводом подачі тощо) подаються відповідні сигнали аварійної зупинки. Також в блоці 11 визначається інтенсивність та значення зношування різального інструменту, при якому використовуються поправочні коефіцієнти, які знаходяться в БД 13.

При оцінці зношування інструменту враховуються режими обробки, які передаються в блок 11 від блоку ЧПУ. Після визначення зношування, дані, про



У блоці 15 формуються керуючі, корекційні сигнали по зміні режимів обробки, які надходять на блок ЧПУ. У разі коли корекція процесу обробки неможлива, здійснюється зупинка процесу обробки або заміна різального інструменту. У блоці ЧПУ, на підставі керуючих сигналів від блоку 15, вносяться зміни до команди управління, які надходять на виконуючі механізми.



93

На основі розглянутої раніше структурної схеми системи контролю зношування різального інструменту було розроблено алгоритм функціонування даної системи, який приведено на рис. 2. По розробленому алгоритму дуже легко зрозуміти принцип функціонування адаптивної системи керування.

Блок 2 відповідає за підготовку до обробки та початок обробки заготовки згідно керуючої програми (КП). Блок 4 відповідає за визначення потужності двигуна головного руху, що включає вимірювання потужності двигуна та розрахунок дійсного його значення. В блоці 5 відбувається перевірка значення визначеного сигналу потужності двигуна головного руху із допустимими і у випадку коли сигнал знаходиться в допустимих межах далі проводиться діагностика зношування різального інструменту по сигналу акустичної емісії (блок 6), а у випадку коли значення сигналу виходить за допустимі межі відбувається аварійна зупинка обробки (блок 13).

Після визначення величини зношування різального інструменту відбувається його оцінка (блок 7), після чого в блоці 8 відбувається перевірка величини визначеного зношування із прогнозованим, якщо відхилення не перевищує допустиме значення то, обробка продовжується та відбувається повторне дослідження (блоки 3-8), в іншому випадку оцінюється можливість проведення корекції режимів обробки (блок 9) задля повернення інтенсивності зношування до нормального значення. Якщо корекція неможлива відбувається зупинка процесу обробки або заміна різального інструменту (блок 12), в іншому випадку проводиться прогнозування зношування (блок 10) та формування корегуючих сигналів (блок 11), після чого відбувається внесення поправок до програми керування та продовження обробки.

## **ВИСНОВОК**

Впровадження розробленої системи адаптивного керування обробки деталей приладів на верстатах з ЧПУ в умовах автоматизованого виробництва дозволить підвищити ефективність, точність обробки, якість деталей, знизити кількість бракованих деталей, знизити собівартість деталей, а також значно підвищити продуктивність обробки.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Ковалёв В. Д., Куриленко Я. С. Пути повышения точности тяжелых станков с ЧПУ. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. Краматорськ, 2006. Вип. 20. С. 98–102.
- [2] Панов А.А. Обработка металов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин и др. М.: Машиностроение, 2004. – 416 с.
- [3] Попов В.С. Зносостійкість, сплавів відновлення та зміцнення деталей машин / В.С. Попов. – Запоріжжя: Видавництво ВАТ «Мотор Січ», 2006. – 420 с.
- [4] Сарилов М.Ю., Максимов А.Ю. Контрольно-измерительный комплекс для контроля износа режущего инструмента. [Патент RU 2246072]. - Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет. – 2001.

*Наук. керівник – к.т.н., доц. Шевченко В. В.*